百合一作多收育種策略及選育現況

黃怡菁[1]、許圳塗[2]、蔡月夏[3]、林學詩[3]、蔡淳瑩[3]

摘 要

百合為世界上重要球根花卉之一，臺灣近年來栽培面積急增，至 1995 年已達 155 公頃，於臺灣球根產業上甚居要角。百合生產主要可分為種球及切花、盆栽生產兩大事業，若期產業健全發展必要有高品質種球生產技術及周年促成栽培體系。然因國內亞熱帶環境，且目前種球大都仰賴進口，為此要達成此目標尚有以下瓶頸亟需克服：1.欠缺廣適應品種 2.種球養成費時 3.品種及種球變劣嚴重 4.種球生產及切花生長季受限 5.種球及切花生產體系不全。因此為永續產業發展，宜採行下列育種策略而紓解困境:1.原生種開發利用 2.選育強生長勢品種 3.早熟雜交種子育種 4.早生種選育 5.抗耐逆境選種 6.選育理想種球生產品種。

由於臺灣百合、鐵炮百合之簇生性、早熟性、多產性、耐熱性等栽培性狀之遺傳力甚高，而亞洲型朝上裂瓣花型為顯性遺傳，東方型百合大花及朝外裂瓣花型偏為顯性。所以遠緣雜交育種及改良新亞洲型與東方型百合為早熟、耐熱甚為可行，對亞熱帶百合產業發展將有很大助益。

目前臺灣大學已育成原生鐵炮×Casa Blanca、鐵砲#10×Sancerre，呈早熟並耐熱性，可一代生產切花，或一代養成種球。花蓮場:臺灣百合×Prominence#8、臺灣百合×Star Gazer#2、鐵炮百合×San Francisco，亦表現早熟特性。農試所無菌培養雜交後裔 730 瓶及雜交株 625 株正進行選拔，其中三雜交株 Snow Queen×Nove Cento、Lorina×Pollyanna 及鐵炮雜交後裔(OP，裂瓣反捲)表現尚佳。

一、前言

百合產業主要可分為種球及切花或盆栽兩大事業，在亞熱帶環境，如何能生產有如溫帶國家之高品質種球，及縮短種球養成世代，並能周年可促成栽培生產切花，是產業發展所面臨的問題(許等，1996)。百合的生長發育深受栽培環境影響，而且呈現相當的可塑性，是故適應地方風土品種選育是為急切要務。由於百合完美性生產亦深受種源及種球品質的影響，其種球及切花品質與遺傳密切相關，因此擬就育種途徑進行研探，提出因應之育種策略並釐出育種目標，以開拓百合產業之永續發展。

雖然秋冬季是臺灣百合種球培育及切花生產之優勢季節，然夏季的高溫季節阻礙成為產業的最大障礙，而原生的鐵炮型百合族群具有早熟及耐熱特性，原生種源可供改良對高溫敏

1.臺灣省農業試驗所助理研究員
2.國立臺灣大學園藝系教授
3.臺灣省花蓮區農業改良場助理、助理研究員、助理

感之亞洲型百合及晚熟性之東方型百合，但遠緣種群間雜交育種，易因生殖障礙而受阻，此業可藉由體外育種技術成功的轉移於亞洲型及東方型百合(劉，1990；金，1995)，因此由原生鐵炮型百合當核心種源，進行亞洲型及東方型百合育種改良應可選育耐熱早熟之新亞洲型(LA)及新東方型百合(LO)。原生鐵炮型百合中之臺灣百合更具豐產、強生長勢、早熟與耐熱屬性(許，1978)，應可經由自交系選拔，改良新鐵炮百合，而進行一代雜交種子生產，不但可獲健康繁殖之效，並可一作切花或種球生產之利用(Shii，1983)，因此本文即介紹因應本省產業困境的育種策略，及目前已於臺灣大學、花蓮改良場及農試所已進行的育種選育現況。

二、百合的分布、分類、特性及發展簡史

百合原生於北半球，為抽莖型無皮鱗莖單子葉植物，世界種源約有 100 種(Anderson，1988)，主要分布於亞洲、歐洲及北美(Anderson，1988；Baardse，1977；Feldmaier，1970)，約在北緯 10 度至 60 度之間，僅少許是在熱帶高海拔地區。

百合種間花形、大小、顏色及鱗莖與莖軸形態變異甚大。其中約有 12 種是原生歐洲，24 種長在北美洲，而餘下的 50-60 種均是分佈於亞洲(Haw，1986)，只有較原始輪生葉型之馬特根百合(*L.martagon*)是横跨亞洲及歐洲(Anderson，1988)。

一般而言，中國西南地區為亞洲型及喇叭型原種分佈中心，亞洲東陲日本為東方型原生種主要分布區，臺灣則為郁香、耐熱、早熟之鐵炮型百合分布中心，而北美洲等區則常為封閉型輪生葉或種子地生型者原生區。百合分布就海拔而言差異極大，可從海平面至海拔 2600 公尺。就土壤嗜好性而言，有些嗜好酸性土，有些為鹼性土，但更多數則喜愛中性土壤(Jefferson-Brown and Howland,1995)。百合種源依植物分類學分類，歸為四大節即鐵炮百合節(*Leucolirion*)，山百合節(*Archelirion*)，透百合節(*Pseudolirion*)及鹿子百合節(*Martagon*)(Woodcock and Stearn,1950)。但近年來，百合育種相當進步，大多採用近緣種間雜交或多種間雜交，且選育出之栽培種繁多，園藝分類最早在 1949 年 Comber 依據花型、種子發芽、葉序、球莖及鱗片形狀等 15 個性狀，將百合分為 7 群(附表 1)，1959 年英國皇家園藝協會(The Royal Horticultural Society，RHS)出版的百合年鑑，以 Comber 氏所分七群為主，加上雜交親緣性的遠近關係，將百合分為八群(division)即加入第 8 群為原 7 群外的其他，此即為其後國際百合登錄簿(The International Lily Register)的主要依據。現在園藝栽培上常依 Synge (1980)及 Comber(1949)以雜交親和性及地域性分為 10 大群(附表 2)，其中鐵炮型百合雜種(Longiflorum hybrids)，亞洲型雜種(Asiatic hybrids)及東方型百合雜種(Oriental hybrids)三大群，是為世界百合產業切花及盆栽主要栽培種質。其他區群如 Trumpet hybrids 及 Candidum hybrids 則以庭園利用或趣味栽培主,尤其 Trumpet hybrids 區群及其初級基因園因富有抗蟲及耐病等性狀，值得開發引用。

就鐵炮型百合雜種而言，一般呈喇叭型，純白配有黃色花藥，富特殊郁香,植株挺立、莖生葉密集、株高可塑性可藉日長，光強度或日夜溫差及抑阻劑等調控，其特點就在於具有強簇生性，早熟性,耐熱性,高促成性，缺點在於常具有細長葉型及花型，對病毒病敏感，種球栽培呈晚生，所以需要改良的目標在於株型改良，選育早生型、大花、多花型種,單芽型及耐病

性品系,另由鐵炮與台灣百合種間雜交所得新種通稱為新鐵炮(L. formolongi)為極早熟切花品種,種子繁殖沒有病毒問題亦可作為利用。

亞洲型雜種依花型及朝向分為亞區群，大部分主要栽培種質為朝上花型，其主要特點為具有發達之短縮芽,生育日數短，具早生性、直立花、多產性、多彩性及耐凍藏性。其缺點在不耐高溫(上限 28℃)(阮，1986)不耐低光，無芳香等。所以需要改良的目標在於耐熱性及抗耐逆境育種，株型矮化種選育及香氣轉移。

就東方型百合而言,依其花型可分為 4 亞區群,其中反捲裂瓣朝外花型之亞群最受歡迎，一般為大花型，主要特性為鮮豔、濃香、朝外花、耐酸性、葉片短寬，缺點為商業種球養成需 3-4 年，定植至開花所需日數長，植株不易直立常需支柱，不耐高溫，易消蕾落蕾，所以需要改良的目標在於直立莖、耐熱性、強生長勢、快速種球生產、早生種選育、花朵朝上、香氣改善等。

三、育種目標

綜合以上的各栽培種質特性，可適合亞熱帶產業之理想型百合應具有之特性至少有八，配合可能可供改善之種原來源及遺傳特性,分述如下：

1.早熟性：繁殖生育日數短，即由實生或無性繁殖至商業種球養成只需一世代或短於一年，可利用於繁殖一代切花，或一代快速生產種球。本特性為鐵炮型雜種所特有，同時表現完全顯性或部分顯性遺傳特性。

2.耐熱性：隨高溫而加速生長同時生殖生長及開花可在超過一般生長臨界高溫達成者。如此可利周年生產用，此特性亦為鐵炮型雜種所特有，且常為顯性之表現。

3.強簇生型生長：即實生苗從播種後連續形成大量簇生葉，葉鞘肥大呈鱗片狀著生於地下短縮莖盤上。初期加厚分生組織及次級加厚分生組織不斷行縱軸分裂，而使整個生長點及寬度於苗期即可達到同於商用種球的寬度。因此加上自然低溫可誘引第一生長相變換而抽莖，並花芽分化而開花。此一特性為鐵炮型雜種所特有，同時臺灣百合簇生之生長勢常比鐵炮百合高強，且常為顯性遺傳。

4.可促成性：即種球對低溫需求及栽培株高對環境因子感應的可塑性高，可以藉低溫前處理、溫度或日長或其他處理來進行促成栽培,或可作成一作切花、種球兩收，二作三收或一作兩代多收系統發展，以達最高經濟效益。此栽培性狀亦為鐵炮型百合種質所存有。

5.多產性：即每種球可以產生多數花朵，也就是在較小種球即可生長足夠切花用之花朵數。此特性在亞洲型百合尤其明顯，一般而言，亞洲型雜交種種球周徑達 12 公分便具有 4－10 朵花潛力，鐵炮型百合約有 2－3 朵，此花朵多產性一般亦為顯性遺傳。

6.早生性：即種球種植後到可切花所需日數短，由於亞洲型雜交種常具有發達的短縮芽，預生葉原體總數可多達 80－100 枚，成熟種球經低溫處理後下種，一旦抽莖，預生葉即迅速展開並同時進行花芽分化，4－5 週便可露蕾（許等，1990），9－12 週即可採收，十分有利栽培者，惟此遺傳特性表現僅為中間型。

7.香氣性：即花朵富有特殊的芳香，鐵炮型雜種為幽香雅緻，東方型百合為濃香豔麗，亞洲型百合為缺欠香氣。惟香氣之遺傳表現為不完全顯性或隱性，但 LO 雜種改良濃香更為沁心。

8.花型：大花型即花朵碩大美觀，此特性為東方型百合所特有，此大花特性之遺傳性為偏為顯性。朝上花型，亞洲型百合朝上杯狀花型適合花束利用，在 LA 為表現顯性。多彩性，鐵炮百合色彩單純，亞洲型百合色彩豐富，可供當充實色彩之種源。

四、育種策略

目前國內產業瓶頸主要為缺欠廣適性品種，種球養成費時，品種及種球變劣嚴重，種球生產及切花生產季受限，種球及切花生產體系不全（許等，1996）因此為永續產業發展宜採行以下的育種策略以紓解困境即：

1.原生種開發利用：宜利用台灣百合、鐵炮百合之早熟、耐熱性，甚至 Trumpet hybrid 之抗耐病特性。

2.選育強生長勢品種：即發展快速種球生產，以單世代更替三世代培育成種球。

3.早熟雜交種子育種：即發展雜交一代種子，兼具切花及快速種球培育生產利用。發展實生健康繁殖，以避免病毒累積問題，加強生長勢，降低生產成本。

4.早生種選育：即選育強預生短縮芽或預生花芽特性，或選育於感應低溫同時進行抽莖及花芽分化的品系。

5.耐抗逆境選種：由與耐熱品系雜交而導入，期能抗耐 30℃以上高溫。或由分子育種如耐抗病毒鞘蛋白基因轉殖以期增強對病毒抗耐性。

6.選育理想種球生產品種：即選育單芽無分球，強短縮芽，易花芽分化習性，無夏季或春季二次萌芽問題，高花潛力及多花品系以增加利用品質。

A .鐵炮型百合育種策略之應用

台灣百合（Lilium formosanum wall.）及鐵炮百合（L.longiflorum Thunb.）為本省原生之管狀花型百合，在歐美及日本早已發展為產業性栽培，而台灣仍置於原生狀態或原始利用未能栽培研究建立園藝種，甚為可惜。原生種若加以分離選拔可直接育出優良之栽培種或供為育種材料（Hyland，1970）。台灣百合為本省之固有種，早在 1958 年 Jackson 氏便發表認為台灣百合甚具商業栽培價值，國外對台灣百合之研究至為積極，以其具有其他種百合所罕有之優良特性（Ii Zuka and Ikeda，1963）。比如栽培上可用播種繁殖於一年內開花，對採種發展上甚具前途，又由於原生百合各分離品系間之分蘗性、株高、花期、花色、花朵數變異性甚大，可資供選拔利用。同時臺灣百合種子豐產，呈感溫快速地上型發芽(許，1977)。但其自交 1－2 代品系內之性狀則相當整齊，故就鐵炮型百合育種而言，可以先作親本選拔然後進行自交，作自交系的選拔至 3－5 代以獲得具各種優良特性的自交系，再就所欲組合性狀，選擇特定優良自交系進行雜交而獲得一代雜交種子(圖一)。其中鐵炮百合常有自交不親和性的現象，因此純系之建立需配合其他技術，例如熱處理花粉（Hopper et al.，1967)、切花柱授粉法（Cheng and Mattson，1972）、蕾期授粉法等以克服之。百合持續自交系常有自交勢弱的問題，但可藉雜種優勢原理而改善之，甚至有超顯性之表現。

由一代雜交種子進行切花生產事業，大致可分為四個途徑（圖一），依次分述如下：

途徑一：可供專業種球生產之用，即由一代雜交種子播種經簇生型生長，然後進行生長

相轉換進入抽莖、花芽分化，此時為達種球生產之目的，即行去蕾待種球成熟後即可採收、預措、貯存而供作商業種球販售，由於是從種子實生而來，本身沒有病毒的累積，生長勢旺、成本低甚有發展潛能。

途徑二：一作兩收系統；可供農民生產切花之用，即由一代雜交種子播種，經簇生型生長，抽莖、花芽分化而達開花，地上部可供作切花生產，而地下部則可收球供作入藥以達高經濟利用。

途徑三：一作三收系統；藉由種苗公司生產一代雜種之種球，供切花栽培利用，在秋季下種，利用冬春季的冷溫而達一作三收之效。即買入經途徑一所生產的商業球於秋季下種，經抽莖、花芽分化、開花，進行第一次切花生產然後種球留置田間經自然低溫，子球於春季抽莖，繼而進行花芽分化、開花而供作第二次切花生產，地下部種球則可於二次切花後挖起，供作食用或入藥。由於一作三收，可以免去種球挖起，種植的大量人工，在台灣優越氣候條件下，此一栽培模式甚具發展潛能。

途徑四：一作兩代多收系統；即選育多分枝品系，此系統需要注意早播種，晚定植兩個要點，即由雜交種子，提早播種較晚定植使經較長的簇生型生長期，然後植株即可在適當環境下連續抽莖而形成叢生型、多幹型生長態，繼而進行花芽分化、開花，於實生代株即可多幹切花。夏季多幹切花後，多芽球留置田間休眠及自然打破休眠，則第二世代可得更高品質多切花。

B .新亞州型、新東方型百合育種策略之應用

近二十年來百合躍居為荷蘭第二大球根花卉，年生產 8 億種球，以亞洲型及東方型百合為主，台灣切花百合生產亦以東方型為主要，亞洲型次之。為配合本省天然氣候及產業需要，育種目標首先在於育成具有：1.耐熱性 2.早熟性 3.優良園藝性狀之本土化品種，為此育種策略建議以具有耐熱及早熟特性之鐵炮群百合作為母本與其他優良栽培品系進行雜交育種（許 1984；許等 1987）。但雜交育種可能面臨不親和性之生殖障礙，或遠緣雜交之不認同性(incongruity)等問題，此則可分別採用下列技術而克服之。包括以生長調節劑（Emswller and Stuart，1948）、熱處理花粉(Hopper et al.，1967）、混合放射線處理之花粉進行授粉（Van Tuyl et al.，1982）、切花柱授粉法（Cheny and Mattson，1972）、胚培養法、子房切片培養法、胚珠培養法、試管內授粉法（金，1995；蔡、林，1995；Van Tuyl et al.，1992；Van Tuyl et al.，1996）等進行雜交育種。

選種方法，可從異質親本之雜交代之重組變異直接選拔之，再經微體繁殖加速建立營養系。另為多世代選拔，回交授粉，或導入第三種源。但遠緣雜交種可能面臨不稔性之生殖障礙，此需大量授粉或多倍體化改善稔性（Van Tuyl et al. 1992，Verhoeven .et al.，1990），以期從雜交後裔中選育出不但具有相當耐熱及早熟特性且其園藝性狀亦十分優良之雜交品系，作為基本育種資源，以進一步進行觀賞性狀的重組改良（如回交）及其他耐抗特性的改良（如三交、多交）進而達到選育最適台灣生產的本土化自有品種（圖二），以解決夏季高溫百合發生盲芽消蕾之問題。

一旦選育出適合本省的自有品種，即可發展本土永續之切花生產事業。由育種所得之自有品種進行切花生產事業，大致又可分為三種途徑（圖二）依次分述如下：

途徑一：為供專業種球生產，即從鱗片繁殖所得的鱗片球下種，經簇生型生長然後經過生長相轉換，抽莖、花芽分化，因為達種球生產之目的，於蕾期即行去蕾，待種球成熟後即可採收，預措、貯存而供作商業種球販售。

途徑二：亦供專業種球生產，即從組織培養大量增生所獲組培苗，下種、經簇生型生長、抽莖、花芽分化、去蕾，待種球成熟後採收、預措、貯存而供作商業種球販售。

由於此處途徑一、二均是使用選育之優良品種，以其具有早熟特性所以加上肥培促進，即可以達成快速種球生產之目標，即可於 1－2 世代完成商業種球的生產，否則原來東方型百合種球生產需 3－4 世代，而亞洲型需 2－3 世代，因此可節省大量人工，成本及時間，十分有利台省百合產業之本土紮根。

途徑三：一作兩收系統：即農民買回由途徑 1、2 所生產的商業球，進行切花生產，即由商業球下種，經抽莖、花芽分化、開花，地上部進行切花生產，而地下部亦可收球供作食用或入藥。此時由於所選拔品種已導入了部分早生特性，所以可以在 2－3 個月內即完成生長世代達到切花生產的目標，有利土地的經濟利用。

五、選育現況

育種是一個長期的工作，尤其就百合而言，由雜交種子至開花常需 1 年以上的時間，選育後之特定性狀的改良更是需要耐心與技術，尤其是回交不穩性問題，性狀回復及特定新性狀導入等均需克服。然而加入 WTO 後若無自有品種，將致使吾人切花外銷缺少競爭力，因此育成適合本省之廣適應優良品種即為目前迫切的需要。臺灣大學園藝系歷年來對原生百合種源的生長習性及變異性業已深入探討並建立其生化及 DNA 指紋之遺傳標誌，優良性狀之遺傳力瞭解，並設立有種質體外保存系統，以及體外育種技術之研發。依此基礎將有利風土性百合品種育種發展，並有助拓展特色之百合產業。

臺灣百合、鐵炮百合、亞洲型及東方型百合生育及雜交之研究及育種開發，目前臺灣大學已選育有一新東方型及新亞州型百合二選系（圖三，四，五，表一），均呈早熟性及耐抗 35／30℃，其 LA 或 LO 雜種可一代栽培開花，或一代生產種球周徑達 12 公分以上。其中新東方型為原生鐵炮及香水百合之雜交後裔表現甚優，目前正由農試所及糖研所進行後裔試作評估並擬持續進行新亞洲型及新東方型百合之選育。而花蓮場則於 80 年起開始百合的育種試驗，目前已獲台灣百合×Avignon（圖六）、台灣百合×Prominence（圖七，表二，三）、台灣百合×Star Gazer（圖八，表三）、鐵炮百合×San Francisco（圖九，表 三）、鐵炮百合×Montreux（圖十）、鐵炮百合×Fair（圖十一），正擬進行回交及進一步選拔及繁殖。農試所於 84 年起開始百合的育種試驗，目前已獲得無菌培養雜交後裔 730 瓶及雜交株 635 株，經初步選拔顯示有三品系即 Snow Queen×Nove cento（圖十二）Lorina×Pollyanna（圖十三）及鐵炮雜交後裔（op 裂瓣反捲，圖十四）表現尚佳，正擬進行回交及進一步選拔繁殖，除此並持續進行新東方型及鐵炮型百合的改良選育。

表一、百合群間雜交選系強簇生早熟及耐高溫表現特性

Clones	Temp (℃)	Days PI~SE	SE~VF	VF~FL	total	Leaf No. rosette	stem
L/A-NS1	35/30	170.8±2.	38.2±7.2	32.7±3.0	241.7±6.3	20.2±4.4	74.2±6.9
	30/25	179.0±7.	43.2±4.4	31.2±1.6	253.3±8.5	24.2±3.1	113.8±6.5
	20/15	165.0±0.0	46.2±4.9	44.2±6.6	255.4±11.	12.3±3.8	78.2±13.
	15/13	120.7±7.	102.7±10.5	54.5±3.7	277.8±14.	10.7±1.5	91.3±13.
	control	172.0±4.	48.0±4.9	32.8±2.0	252.8±2.0	14.3±5.6	90.5±38.
L/A-NS2	35/30	170.8±2.	43.3±4.8	30.5±2.2	244.7±4.5	12.2±2.0	60.7±10.
	30/25	170.8±8.	68.0	33.0	266.0	15.7±3.8	111.0±20.
	20/15	144.0±7.	85.0±18.4	40.5±6.4	273.0±19.	11.5±3.7	73.5±26.
	15/13	144.0±0.	104.8±22.6	53.6±4.2	302.4±26.	17.2±3.1	73.5±29.
	ontrol	166.2±11	57.7±12.4	31.8±2.1	255.7±4.0	13.2±3.4	83.8±8.6
L/O	35/30	165.3±3.	37.8±3.0	36.8±4.2	240.0±2.7	11.2±2.4	23.2±2.6
	30/25	173.2±2.	29.8±2.2	39.7±2.6	242.7±3.5	13.7±4.1	25.3±3.9
	20/15	172.3±7.	36.0±4.7	49.4±1.5	255.4±4.2	10.3±2.6	35.2±11.
	15/13	139.7±5.7	61.7±4.8	75.0±4.6	276.3±6.0	13.0±3.0	24.8±3.4
	control	158.0±3.	42.7±4.1	44.2±2.3	244.8±2.3	12.8±3.9	32.7±6.1

NS1 : Nellie White × Sancerre-1，NS2 : Nellie White × Sancerre-2，L/O : 原生鐵炮 × CasaBlanca

表二、臺灣百合與亞洲型百合'Prominence'及其雜交後代花的性狀比較

主要性狀	臺灣百合 (♀)	臺灣百合×Promimence	Prominence (♂)
花苞絨毛	無	有	有
花苞中肋顏色	紫	綠	橙
花瓣顏色	白	淡橙	橙紅
花瓣斑點	無	無	有(紫紅色)
花藥顏色	黃	紫紅	紫紅
開花運動	有(2π)	有(π)	無(花朵向上)
香氣	濃	淡	無

表三、百合種間雜交後代植株性狀、花苞大小、花朵數調查

雜交組合	株高(公分)	叢生葉	莖生葉	花苞長(公分)	花苞寬(公分)	花朵數
臺灣百合×Prominence＃1-1	76	0	58	8.5	2.5	2
臺灣百合×Prominence＃1-2	86	8	75	8.0	2.0	3
臺灣百合×Prominence＃2	68	0	50	9.5	2.7	1
臺灣百合×Prominence＃3-1	62	11	52	9.2	2.4	2
臺灣百合×Prominence＃3-2	79	25	62	8.6	2.3	6
臺灣百合×Prominence＃4-1	105	0	112	8.0	1.8	2
臺灣百合×Prominence＃8	73	12	51	9.8	2.0	2
臺灣百合×Star Gazer＃2	103	4	64	13.2	3.1	3
鐵炮百合×San Francisco	81	0	78	9.5	2.9	2

六、結果與討論

百合既為世界重要的球根切花，甚至為荷蘭第二大球根花卉，台灣何其有幸為郁香鐵炮型百合之原生地，具有其他百合所罕有之早熟、耐熱特性，且諸多試驗顯示，百合遠緣雜交之生殖障礙在育種上並非絕對之阻礙，因此利用鐵炮型原生種來改良新亞洲型及東方型百合，仍具相當潛能(劉，1990；金，1995)。因此，如何利用台灣原生之豐厚自然資源來創造台省的永續百合產業應是我們努力的目標，期望在不久的將來，我們有屬於自己的百合品種及永續興旺的百合產業。

參考文獻

1.阮明淑 1986.亞洲型百合種球發育形態及花期調節。國立臺灣大學園藝學系研究所碩士論文。

2.金石文 1995.百合屬之種源保存、遺傳岐異性分析及其種源利用與評估。國立臺灣大學園藝學研究所博士論文。

3.許圳塗 1977.臺灣原生鐵炮百合及臺灣百合不同族群結實及種子發芽特性。中國園藝 23：15-22.

4.許圳塗 1978.臺灣百合生長習性及栽培利用之研究。國立臺灣大學園藝系及農委會編印。25pp.

5.許圳塗 1984.臺灣百合(Lilium formosanum Wall)與鐵炮百合(Lilium longiflorum Thunb)之變異與特性。臺灣省農業試驗所特刊 14 號。p177-182.

6.許圳塗、鄭免、陳世賢 1987.臺灣百合簇生早熟性狀及其栽培利用。園藝作物產期調節研討會專集。P. 19-26.

6.許圳塗、金石文、阮明淑 1990.亞洲型百合之預生，預定生長習性及其促成栽培。園藝作物產期調節專集 。p.103-113.

7.許圳塗、金石文、陳世賢.1996.鐵炮百合種質遺傳特性及其在育種利用發展。球根花卉研討會專集。P.76-87.農林廳種苗繁殖場編印。

8.蔡月夏、林學詩 1996.提高百合種間雜交效率之研究。球根花卉研討會專集。P.88-99.農林廳種苗繁殖場編印。

9.劉蓁蓁 1990.亞洲型、鐵炮型和東方型百合群間雜交親和性及其遺傳標誌。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。

10.Anderson,N.1988. The distribution of the genus *Lilium* with reference to its evolution. The Lily Yearbook of the North American Lily Society.42:1-18.

11.Baardse,A.A.1977. Groot Lelie Boek.Drukkerij West-Friesland,Hoorn, The Netherlands.152pp.

12.Comber,H.F.1949. A new classification of the genus *Lilium*. N.A.L.S.Year Book.13:86-105.

13.Cheng,I.H. and R.H.Mattson.1972. Effect of intrastylar pollination methods on seed set of *Lilium*×"Mid Century" hybrid lilies. J.Amer.Soc.Hort.Sci.97(5):591-592.

13.Cheng,I.H. and R.H.Mattson.1972. Effect of intrastylar pollination methods on seed set of

14.Emsweller,S.L. and N.W.Stuart.1948. Use of growth regulating substances to overcome incompatibilities in *Lilium*. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci. 51:581-589.

15.Feldmaier,C.1970. Lilies. Arco Publishing Company Incorporated, New York.228pp.

16.Hopper,J.E.,P.D.,Ascher and S.J.Peloquin.1967. Inactivation of self-incompatibility following temperature pretreatments of styles in *Lilium longiflorum*. Euphytica 16:215-220.

17.Hyland,H.L.1970. Discription and evaluation of wild and primitive introduced plants. In: "Genetic Resources in Plant". ed. by O.H.Frankel.p.413-419.

18.Haw,S.G.1986. The Lilies of China. Timber Press.Portland,Oregon.172pp.

19.Iizuka,M.L. and A.Ikeda.1963. Effects of X-ray irradiation on *Lilium formosanum*. P.Amer.Soc.Hort.Sci.82:508-516.

20.Jefferson-Brown,M. and H.Howland.1995. The Gardener's Guide to Growing Lilies. Timber Press.Portland,Oregon.160pp.

21.Synge,P.M.1980. Lilies. Universe Books. New York.

22.Shii,C.T.1983. The distribution and variation of *Lilium formosanum* and *L.longiflorum* in Taiwan.N.A.L.S. 36:48-51.

23.Van Tuyl, J.M., M.Claramarcucci and T.Visser.1982. Pollen and pollination experiments. VII. The effect of pollen treatment and application method on incompatibility and incongruity in *Lilium*. Euphytica 31:613-619.

24.Verhoeven,H.A.,K.Sree Ramulu, and P.Dijkhuis 1990. A comparison of the effects of varies spindle toxins on metaphase arrest and formation of micronuclei in cell-suspension cultures of *Nicotiana plumbaginifolia*. Planta 182:408-414.

25.Van Tuyl,J.M.,M.P.Van Dien,M.G.M.Van Creij,T.C.M.Van Kleinwee,J.Franken and R.J.Bino. 1991. Application of in vitro pollination ,ovary culture ,ovule culture and embryo rescue for overcoming incongruity barriers in interspecific *Lilium* crosses .Plant Science 74:115-126.

26.Van Tuyl, J.M.,B.Meijer, and M.P. Van Dien.1992. The use of oryzalin as an alternative for colchicine in in-votro chromosome doubling of *lilium* and Nerine. Acta Horticulturae 325:625-630.

27.Van Tuyl,J.M., and H.M.C.Van Holsteijn。1996. Lily breeding research in the Netherlands. Acta Horticulturae 414:35-45.

28.Woodcock,H. and W.T.Stearn.1950.Lilies of the world. Maclehose Uni.Press.Glasgow.432pp.

The strategy and current situation of the lilium breeding in Taiwan

I-Ching Huang[1], Chou-Tou Shii[2],

Yueh-Shiah Tsay, Hsueh-Shih Lin, Chun-Ying Tsai[3]

Abstract

Lily is one of the most important bulb flowers in the world. The culture aren in Taiwan increased to 155 hectares in 1995. It formed a role in the lily industry in Taiwan. The lily industry is divided to two parts, one is the production of the bulbs, the other is the production of cut flower and the pot plants. The sound development of the industrv needs the technique of the production of high quality bulbs and the year round culture system. Taiwan belongs to subtropical area, and currently the bulbs for production almost depend on import. The problems of Taiwan lily industry are : the lacking of wide-adapted cultivars, high production cost of commercial bulbs, rapid decline of cultivars or bulbs, summer limitation for bulbs production or cut flower production and lacking of integrated system in research and production development. So we suggest the breeding tactics as following. utilization of native germplasm, strong vigorous variety, F1 seed breeding, precocity and earliness breeding, introduction of heat and stress tolerance , and perfect variety for bulbs production, to relief the former barriers.

The culture characters of Longiflorum group such as high vigorness, precocity, floriferous, heat tolerance exhibit as high inheritance in the inter group hybrids. The flower shape of Asiatic and Oriental hybrids exhibit as dominance. So the breeding perspectives of sexual improvement of lilies are feasible, also delightful for the development of subtropical lily industry.

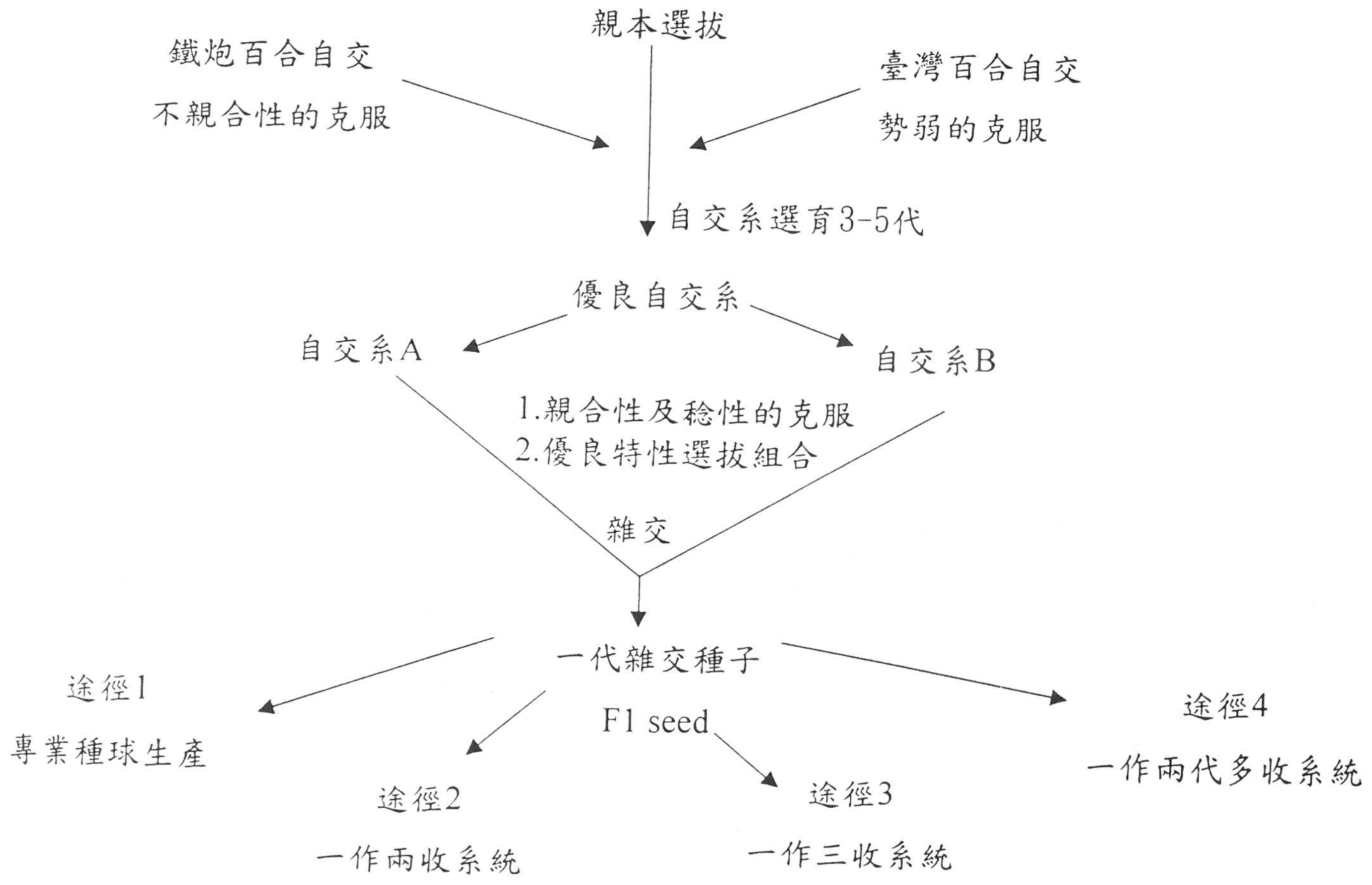
Now we have produced two new varieties exhibit extreme precocity and heat tolerance in Taiwan University, three varicties in Hualien DAIS, and three selected hybrid progenies in Taiwan Agricultural Research Institute

---

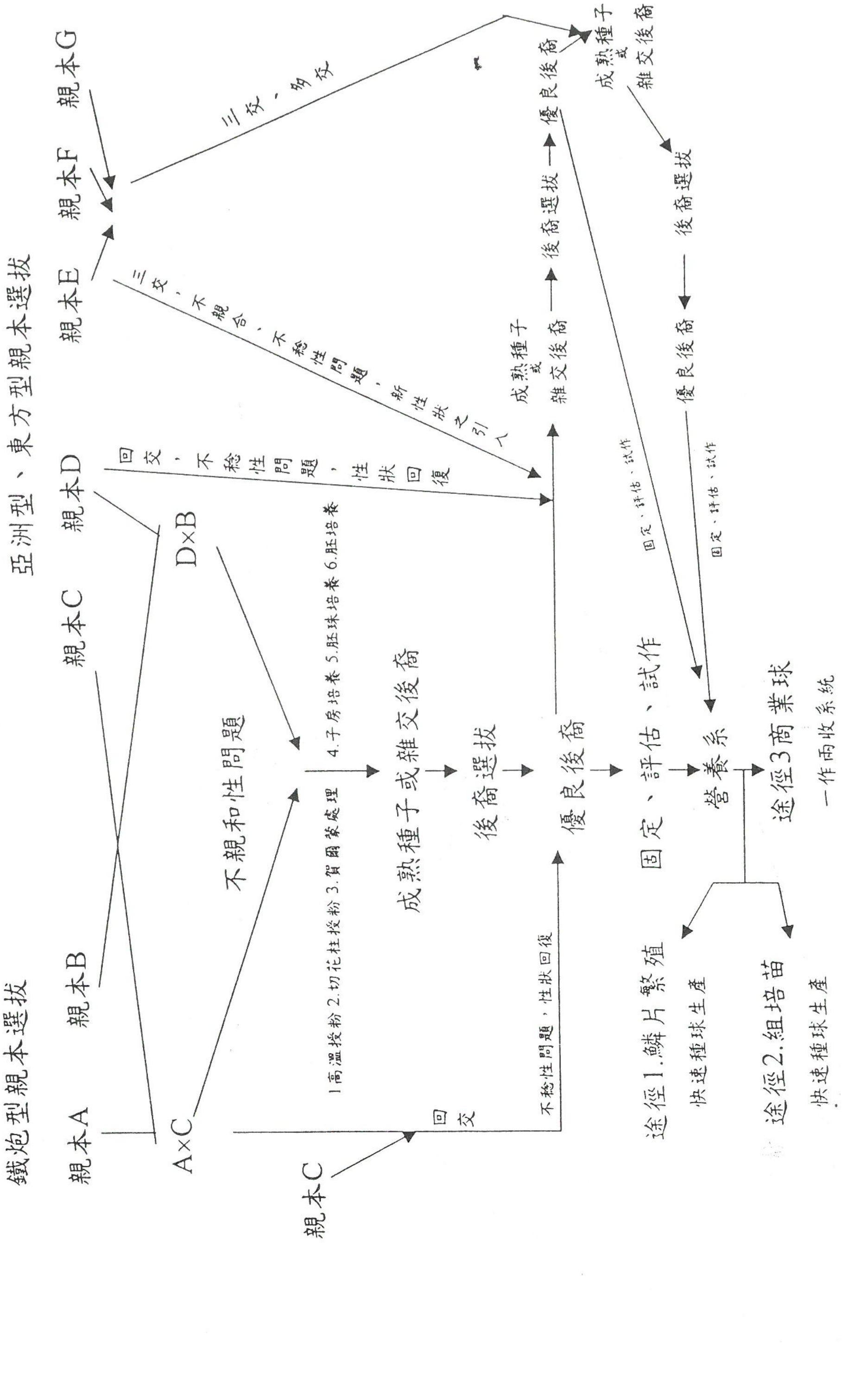
1.Assistant researcher, Department of Horticulture, Taiwan Agricultural Research institute

2.Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.

3.Assistant, Assistant Horticulturist, and Assistant, Hualien District Agricultural Improvement Station



圖一、鐵炮型百合育種策略之應用



圖二、新亞洲型東方型百合育種策略之應用

↑圖一、原生鐵炮×casa blanca(新東方型選系)。

↑圖二、Neill White×Sancerre-1(新亞洲型選系)。

↑圖三、Neill White×Sancerre-2(新亞洲型選系)。

↑圖四、台灣百合×Avignon。

↑圖五、台灣百合×Prominence。

↑圖六、台灣百合×Star Gazer。

↑圖七、鐵炮百合×San Francisco。

↑圖八、鐵炮百合×Montreux。

↑圖九、鐵炮百合×Fair。

↑圖十、Snow Queen×Nove Cento。

↑圖十一、Lorina×Pollyanna。

↑圖十二、鐵炮交雜後裔（OP,裂瓣反捲）。

Appendix Ⅰ.The horticultural division of *Lilium*

Division1

The Asiatic Hybrids

Hybrids and cultivars derived from such species or hybrid groups as *L.tigrinum,L. cernuum,L.davidii,L.maximowiczii,L.× maculatum,L. ×hollandicum,L.amabile, L.pumilum,L.concolor and L.bulbiferum.*

Division 1a

Early-flowering lilies with upright flowers Single or in an umbel such as Enchantment. Golden Chalice and Rainbow Hybrids.

Division 1b

These with outword-facing flowers. Such as Prosperity, Paprika and Corsage.

Division 1c

These with pendant flowers such as the Fiesta and Harlequin Hybrid strains:the new Tiger lily hybrids;AmberGold,and Fuga.

Division 2

The Martagon hybrids

Contains cultivars and hybrids obviously illustrating characteristics of L.martagon And L.hansonii, such as the Backhouse Hybrids or the Paisley Hybrids and their named clones.

Division 3

The Candidum Hybrids

Hybrids and hybrid cultivars from *L. candidum,L.chalcedonicum* and other related European species(excluding *L.martagon*),such as *L.×testaceum.*

Division 6

The Aurelian Hybrids

Hybrid trumpet lilies and Aurelians Hybrids derived from Asiatic species including *L. henryi* but excluding those derived from *L.auratum,L.speciosum,L.japonicum and L.rubellum.*

Division 6a

Chinese Trumpets, contains all true Funnel-form hybrid cultivars and hybrids other than those derived from *L.longiflorum, L.formosanum, L.wallichianum, L.philippinense, or.L. eilgherrense,* such as Limelight,Damson and the Olympic Hybrids.

Division 6b

Bowl-Shaped ,contains all hybrid cultivars and hybrids having bowl-shaped flowers exhibiting outward-facing characteristics, such as Heart's Desire Strain

Division 6c

Pendant Type ,contains all hybrid cultivars and hybrids having characteristic pendant flower forms such as the Golden Showers hybrids

Division 6d

Sunburst Type ,contains all hybrid cultivars and hybrids Exhibiting Star-shaped flat-opening flowers such as Sunburst Hybrids ,and Bright Star.

Division 7

The Oriental Hybrids

Contains hybrid cultivars or hybrids of *L.auratum, L.speciosum, L.japonicum, L.rubellum,* and to include any of their crosses with *L.henryi.*

Division 4
The American Hybrids
Hybrids of American species ,contains cultivars and hybrids such as Bellingham Hybrids,Shuksan and Buttercup.

Division 5
The Longiflorum Hybrids
Hybrids and hybrid cultivars derived from L.longiflorum and L.formosanum; such as Formobel and L.×formolongi, but excluding forms and polyploids of either species.

Division 7a
All with trumpet-shaped flowers

Division 7b
All with bowl-shaped flowers, such as Empress of India.

Division 7c
Those with flat-shaped flowers, such as Imperial Crimson Strain.

Division 7d
Those with recurved flowers such as the Jamboree Strain.

Appendix II

A Proposed Horticultural Classification of Lilies for Registration , Show and Catalogue purposes.

The diversity and number of lilies, and particularly of lily hybrid, is such that their classification has presented many problems. In an endeavour to solve some of these problems and create as much uniformity in classification as possible a sub-committee of the Lily Committee of the RHS met in January 1963 with de Graaff of the Oregon Bulb Farms ,USA ,as a visitor.

This sub-committee, under the Chairmanship of the late E.B.Anderson, considered carefully a proposed classification drawn up by some members of the North American Lily Society and ,after discussion, drew up the Classification which is published below.

Division1 Hybrids derived from such species or hybrid group as *L.tigrinum, L.cernuum, L.davidii, L.maximowiczii, L.×maculatum, L.×hollandicum, L.amabile, L.pumilum, L.concolor* and *L.bulbiferum*

1a. Early-flowering lilies with upright flower, single or in an umbel , such as "Enchantment",L.×hollandicum,"Golden Wonder","Joan Evans" ,"George Jackson".

1b. Those with outward-facing flowers, such as "Prosperity", "Fire Flame", "Valencia", "Brandywine".

1c. Those with pendant flowers, such as "Lady Bowes Lyon","White Princess","Edith Cecilia".

Division2 Hybrids of martagon type, of which one parent has been a form of *L.martagon or L.hansonii,* such as the Backhouse Hybrids, the Paisley Strain ,"St Nicholas".

Division3 Hybrids from *L.candidum,L.chalcedonicum* and other related European species (but excluding *L.martagon*), such as *L.×testaceum.* "Ares", "Apollo".

Division4 Hybrids of American species, such as Bellingham Hybrids , "Shuksan", "Sunset", Henry Bolander Hybrids.

Division5 Hybrids derived from *L.longiflorum and L.formosanum,* such as *×formolongi,* "Formobel" (but excluding forms and polyploids of either species).

Division6 Hybrid trumpet lilies and Aurelian Hybrids derived from Asiatic species including *L.henryi* (but excluding those derived from *L.auratum, L.speciosum, L.japonicum, L.rubellum).*

6a Trumpet type .All hybrids having flowers of strictly trumpet type, such as Golden Clarion Hybrids ,"Limelight",African Queen Hybrids,"Sulphur Queen",:"Black Dragon".

6b Bowl-shaped. All hybrids having flowers that are clearly bowl-shaped and outward-facing ,such as Heart's desire Hybrids.

6c Pendant type. All lilies having flowers that are distinctly of pendant type , such as the Golden Shower Hybrids.

6d Sunburst type. All lilies having flowers that are flat-opening and star-shape, such as the Sunburst Hybrids,Aurelianense.

Division7 Hybrids of Far Eastern species, such as *L.auratum, L.speciosum, L.japonicum, L.rubellum* and to include any of their crosses with *L.henryi.*

7a Those with trumpet-shaped flowers.

7b Those with bowl-shaped flowers, such as "Empress of India".

7c Those with flat-shaped flowers, such as "Jillian Wallace".

7d Those with recurved flowers, such as Potomac Hybrids ,Jamboree Hybrids.

Division 8 To contain all hybrids not provided for in any previous Division.

Division 9 To contain all true species and their forms.

9a Those of martagon form with reflexed flowers (but excluding those of American origin),such as *L.margaton, L.chalcedonicum, L.monadelphum, L.hansonii, L.duchartrei, L.wardii, L.henryi, L.davidii and L.cernuum..*

9b Those with upright flowers, such as *L.bulbiferum, L.dauricum, L.tsingauense.*

9c Those of American origin.

9d Forms and polyploids of *L.longiflorum,L.formosanum and L.philippinense.*

9e Those with bowl-shaped or trumpet flowers (but excluding those mentioned in 9d), such as *L.regale, L.candidium, L.sulphureum, L.sargentiae.*

9f Asiatic lilies with short trumpet or slightly recurved pendulous flowers, such as L.primulinum, L.nepalense and L. bakerianum.

9g Forms and varieties of *L.auratum and L.speciosum.*

9h Asiatic lilies which are usually dwarf and which have affinities towards. Nomocharis such as L.henrici, L.mackliniae, L.nanum, L.sherriffiae.

Division10 To contain species ,varieties and forms of Cardiocrinum.